

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-219443

(43)公開日 平成5年(1993)8月27日

(51)Int.Cl.⁵

H04N 5/335

H01L 27/146

識別記号

E 4228-5C

7210-4M

庁内整理番号

FI

H01L 27/14

技術表示箇所

A

審査請求 未請求 請求項の数1(全6頁)

(21)出願番号

特願平4-19337

(71)出願人 000006079

ミノルタカメラ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72)発明者 宮武 茂博

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタカメラ株式会社内

(72)発明者 高田 謙二

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタカメラ株式会社内

(74)代理人 介理士 佐野 静夫

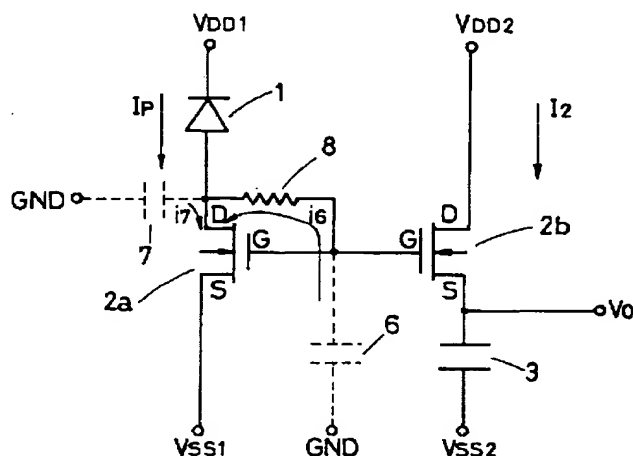
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 固体撮像装置

(57)【要約】

【目的】光量の急激な変化時においても、出力電圧の追従性がよく、従ってダイナミックレンジが広く、高輝度から低輝度までを高精度に撮像することのできる固体撮像装置を提供する。

【構成】ゲートとドレインを接続した対数圧縮用のMOSトランジスタ2aのドレインに光電変換手段1を接続し、ゲート又はドレインから出力電圧を得るようにした固体撮像装置において、前記ドレインとゲートを抵抗性インピーダンス8を介して接続した構成。



【特許請求の範囲】

【請求項1】ゲートとドレインを接続した対数圧縮用のMOSトランジスタのドレインに光電変換手段を接続し、ゲート又はドレインから出力電圧を得るようにした固体撮像装置において、前記ドレインとゲートを抵抗性インピーダンスを介して接続したことを特徴とする固体撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光信号を電気信号に変換する固体撮像装置に関し、特に対数変換機能を内蔵することによりダイナミックレンジを拡大した固体撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】固体撮像装置は、小型、軽量で低消費電力であるのみならず、画像歪や焼き付きがなく、振動や磁界などの環境条件に強い。また、LSIと共通あるいは類似の工程で製造できることから、信頼性が高く、量産にも適している。このため現在、1次元固体撮像装置はファクシミリなどに、2次元固体撮像装置はビデオカ

$$V_0 = V_{SS1} + (nkT/q) \ln \left[(q/nkTC) \int I_P dt + \exp \left\{ (q/nkT) (V_{01} - V_{SS1}) \right\} \right] \dots \dots (1)$$

但し、

q：電子電荷量

k：ボルツマン定数

T：絶対温度

n：MOSトランジスタ2a、2bの形状などで決まる定数

$$V_0 = V_{SS1} + (nkT/q) \ln \left[(q/nkTC) \int I_P dt \right] \dots \dots (2)$$

【0005】以上のようにして先の出願（特願平1-334472号）によれば、光電流 I_P の積分値が対数変換される。すなわち、積分期間中にフォトダイオード1に入射する光の強度が変化し、これに伴って光電流 I_P が変化しても、その積分値が対数変換されることになる（対数変換機能を持たない通常の固体撮像装置においては、光電流 I_P の積分値に比例した信号が得られる）。このため、ダイナミックレンジが広く、高輝度から低輝度までを撮像することのできる固体撮像装置を実現することができる。

【0006】

$$V_G = V_{SS1} + V_T + \left\{ (nkT/q) \ln (I_P / I_{D0}) \right\} \dots \dots (3)$$

ここで、

V_T ：第1MOSトランジスタ2aの閾値電圧

I_{D0} ：第1MOSトランジスタ2aの形状などによって決まる定数

【0007】定常状態では（3）式によって、 V_G が定まり、浮遊容量5には電流が流れない。しかし、 I_P が変化したときには、浮遊容量5の充電または放電のための電流が浮遊容量5に流れ、充電または放電が完了した

メラなどに幅広く用いられている。

【0003】ところで、多くの固体撮像装置は、銀塩フィルムと比較してダイナミックレンジが狭く、このため露光量を精密に制御する必要があり、また露光量を精密に制御しても、暗い部分が黒くつぶれたり、明るい部分が飽和したりすることが生じやすいという欠点がある。これらの問題を解決し、ダイナミックレンジが広く、高輝度から低輝度までを撮像することのできる固体撮像装置が提案されている。それによれば、入射した光量に応じた光電流を発生しうる感光手段と、光電流を入力するMOSトランジスタと、MOSトランジスタを閾値電圧以下で且つサブスレッショルド電流が流れうる状態にバイアスするバイアス手段とを用意し、前記MOSトランジスタをサブスレッショルド電流特性域で使うことにより光電流を対数圧縮変換できるというものである。

【0004】図6は、本願出願人が先に出願した（特願平1-334472号）固体撮像装置の1画素の回路構成を示したものである。本回路によると、 $t=0$ のとき $V_0 = V_{01}$ とすれば、MOSトランジスタの基板バイアス効果を無視すると、次式が得られる。

C：コンデンサ3の容量

（1）式は、光電流 I_P の積分値と、 $V_{01} - V_{SS1}$ で決まる一定値との和が電圧 V_0 に対数変換されることを示している。即ち、 $V_{01} - V_{SS1}$ が充分小さければ、（1）式は次のようになり、正確に対数変換できることになる。

【発明が解決しようとする課題】しかしながら前記発明においては、フォトダイオードに入射する光の強度が急激に変化する場合には、出力電圧 V_0 が光の強度の変化に充分に追従できないという問題がある。これは、図6に点線で示すように、MOSトランジスタ2aと2bの接続点4に浮遊容量5が存在することに起因する。すなわち、（1）または（2）式を得るためには、先の出願の明細書にも記載したように、第1及び第2MOSトランジスタ2a、2bのゲート電圧 V_G が、光電流 I_P に対応して、次式のように変化することが必要である。

ときにその電流が0となつて、 V_G が（3）式で与えられる値となる。このため、 I_P の変化に対して V_G の追従が遅れる（浮遊容量5の充電または放電に要する時間だけ遅れる）ことになる。それ故、 I_P が変化したときには、（1）または（2）式に基づいた対数変換が正確に行われなくなることになる。

【0008】この追従性が悪くなる点を、より詳しく説明すると、まず、光量が減少して I_P が小さくなった場

合について述べる。このときは、浮遊容量5に蓄積した電荷が放電し、 V_0 の電位が降下して行くが、この放電は第1MOSトランジスタ2aのドレイン電流を介して行われる。該ドレイン電流はゲート電圧の低下と共に減少する。それ故、浮遊容量5に蓄積した電荷の放電が進み、ドレイン電圧、すなわちゲート電圧の低下と共に、ドレイン電流が減少し、放電の効率も低下することになって放電時間が長くなる。よって V_0 の I_P の変化に対する追従性が悪いことになる。

【0009】一方、光量が増加して I_P が大きくなった場合には、浮遊容量5に電荷が充電されていくことにより、 V_0 の電位が上昇して行く。この充電電流はフォトダイオード1より供給される。しかしながら、フォトダイオード1を流れる電流 I_P は浮遊容量5と第1MOSトランジスタ2aを流れる電流に分けられるため、第1MOSトランジスタ2aを流れる電流が多ければ多いほど、充電の効率も低下する。しかるに、第1MOSトランジスタ2aのゲートはドレインと直結されているため、ドレイン電圧の上昇と共にゲート電圧も上昇し、第1MOSトランジスタ2aを流れる電流が多くなり、充電の効率も低下することになる。よって、この場合も、 V_0 の I_P の変化に対する追従性が悪いことになる。

【0010】本発明は上記問題を解決し、光量の急激な変化時においても、出力電圧の追従性がよく、従ってダイナミックレンジが広く、高輝度から低輝度までを高精度に撮像することのできる固体撮像装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明では、ゲートとドレインを接続した対数圧縮用のMOSトランジスタのドレインに光電変換手段を接続し、ゲート又はドレインから出力電圧を得るようにした固体撮像装置において、前記ドレインとゲートを抵抗性インピーダンスを介して接続した構成としている。

【0012】

【作用】このような構成によれば、光電流 I_P が減少し、ドレイン電圧が降下する場合には、ゲート電圧の降下が遅れて、ドレイン電流が大きく保たれる。一方、 I_P が増加し、ドレイン電圧が上昇する場合には、ゲート電圧の上昇が遅れて、ドレイン電流が小さく保たれる。このため、浮遊容量に対する充電又は放電が早く行なわれ、光電流 I_P の変化に対する第1MOSトランジスタ2aのゲート電圧 V_0 の変化が早くなり、その追従性が飛躍的に改善される。

【0013】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照しながら具体的に説明する。図1は、本発明を適用した固体撮像装置の1画素の回路構成を示したものである。ここでは、第1MOSトランジスタ2aのドレインとゲートの間に抵抗8が挿入され、第2MOSトランジスタ2bの

ゲートは第1MOSトランジスタ2aのゲートと接続されている。このとき、浮遊容量6及び7が第1MOSトランジスタ2aのゲート及びドレインにそれぞれ存在する。

【0014】以下、光量が急激に変化した場合について、本回路の動作を説明する。まず、光量が減少して I_P が小さくなった場合について述べる。このときは、浮遊容量6及び7に蓄積した電荷が放電し、第1MOSトランジスタ2aのゲート電圧 V_0 及び第1MOSトランジスタ2aのドレイン電圧 V_D が低下して行く。この放電は浮遊容量7については第1MOSトランジスタ2aのドレイン電流を介して行われ、一方、浮遊容量6については抵抗8及び第1MOSトランジスタ2aのドレイン電流を介して行われる。

【0015】このため、浮遊容量7の放電電流 i_7 が流れることにより第1MOSトランジスタ2aのドレイン電圧 V_D は下がる。一方、抵抗8に浮遊容量6からの放電電流 i_6 が流れている間はゲート電圧 V_0 がドレイン電圧 V_D よりも高くなっており、その放電電流 i_6 が0になると、 V_0 は V_D と等しくなる。換言すれば、 V_0 の低下よりも V_D の低下が遅れることになる。前記ドレイン電流はゲート電圧 V_0 が高いほど大きいいため、浮遊容量7の放電が進んでもドレイン電流はあまり低下しないことになる。このため、抵抗8を介して放電が行われる浮遊容量6についても、放電が速やかに行われることになる。

【0016】一方、光量が増加して I_P が大きくなった場合には、浮遊容量6及び7に電荷が充電されることにより、 V_0 及び V_D が上昇することになる。この場合は、 I_P が浮遊容量6及び7への充電電流と第1MOSトランジスタ2aを流れるドレイン電流に分けられるため、第1MOSトランジスタ2aを流れる電流が少なければ少ないほど充電の効率が向上する。本実施例では、第1MOSトランジスタ2aのゲートは抵抗8を介してドレインに接続されているため、 V_D の上昇に対し、 V_0 の上昇が遅れることになる。このため、 V_0 が上昇してもドレイン電流はあまり増加しないことになり、浮遊容量7の充電効率が向上する。この結果、抵抗8を介して行われる浮遊容量6の充電も浮遊容量7の充電に追従して速やかに行われることになる。

【0017】図2は、本発明の第2の実施例を示したものである。この実施例は、第2MOSトランジスタ2bのゲートが第1MOSトランジスタ2aのドレインに直接接続されるとともに、第1MOSトランジスタ2aのゲートには抵抗8を介して接続されている点で図1の実施例と異なっているだけであって、その他の部分は図1と同一である。そして、本実施例においても、図1の実施例の説明で述べたように、第1MOSトランジスタ2aのドレイン電圧が光量の変化に速やかに追従することから、出力電圧 V_0 も光量変化に速やかに追従できるこ

となる。

【0018】図3は、本発明の第3の実施例を示したものである。この実施例では、図1の実施例における抵抗8がMOSトランジスタ9に置き換えられ、MOSトランジスタ9のゲートには端子10を通して直流電圧 V_{gs} が印加されている。直流電圧 V_{gs} を制御することにより、MOSトランジスタ9の導電性を制御することができる。これは等価的に、このMOSトランジスタのドレイン・ソース間を直流電圧 V_{gs} に応じた値の抵抗としてみなすことができることを意味している。従って図1の実施例と同様の効果、すなわち第1MOSトランジスタ2aのゲート電圧が光量の変化に速やかに追従し、出力電圧 V_o も光量変化に速やかに追従できることになる。

【0019】図4及び図5は、それぞれ本発明の第4、第5の実施例を示している。これらの実施例では、上記第3の実施例（図3）におけるMOSトランジスタ9のゲートがMOSトランジスタ9自身のドレインまたはソースに接続された構成をとっている。MOSトランジスタ9の閾値電圧をイオン注入などによって制御することにより、これらの実施例においても第3の実施例と同様の効果を得ることができる。しかも、これらの実施例では、第3実施例に比し V_{gs} を印加するための端子10を省略できるという利点を享受できる。

【0020】尚、上記MOSトランジスタ9は、第1及び第2MOSトランジスタ2bがサブスレッショルド領域で動作していることから、第1及び第2MOSトランジスタ2bと同様にサブスレッショルド領域で動作することが望ましい。図3～図5の実施例において、MOSトランジスタ9は第1MOSトランジスタ2aのゲートに接続されている端子と、第1MOSトランジスタ2aのドレインに接続されている端子のうち、電位の低い端子がソースとして、電位の高い端子がドレインとして機能する。このようにMOSトランジスタ9のソースは第1MOSトランジスタ2aのドレインまたはゲートに接続されていることから、MOSトランジスタ9の基板バイアス電圧は第1MOSトランジスタ2aの基板バイアス電圧よりも大きくなる。このため、MOSトラン

ジスタ9をサブスレッショルド領域で動作させるためには、その閾値電圧を第1MOSトランジスタ2aの閾値電圧よりも小さくするように作成する必要がある。これは、MOSトランジスタ9のゲート領域に、例えばリンをイオン注入することにより実現できる。

【0021】上記各実施例では第1、第2MOSトランジスタ2a、2bとしてNチャンネルMOSトランジスタを用いた場合を示しているが、PチャンネルMOSトランジスタを用いる（バイアス関係を変える必要はあるが）ことも可能である。また、図3～図5の実施例では第2MOSトランジスタ2bのゲートは第1MOSトランジスタ2aのゲートに接続されているが、第2MOSトランジスタ2bのゲートを第1MOSトランジスタ2aのドレインと接続しても同様の効果が得られることは明かである。

【0022】

【発明の効果】以下説明した通り、本発明によれば、光電流の変化に対するMOSトランジスタのゲート電圧及び出力電圧の追従性が飛躍的に向上するので、光電変換手段に照射される光量の急激な変化に対してもダイナミックレンジが広く、高輝度から低輝度までを高精度に撮像することのできる固体撮像装置を実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の固体撮像装置の第1実施例の回路図

【図2】本発明の固体撮像装置の第2実施例の回路図

【図3】本発明の固体撮像装置の第3実施例の回路図

【図4】本発明の固体撮像装置の第4実施例の回路図

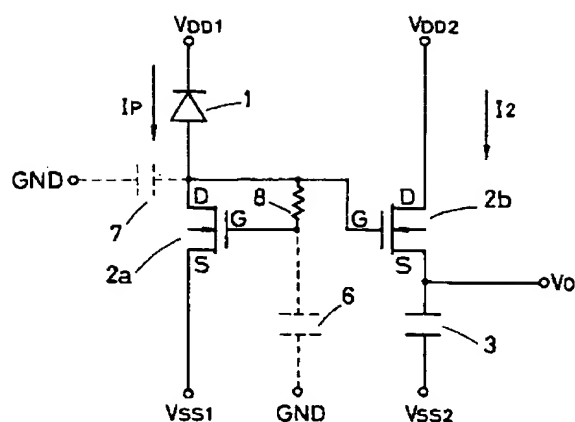
【図5】本発明の固体撮像装置の第5実施例の回路図

【図6】従来例の回路図

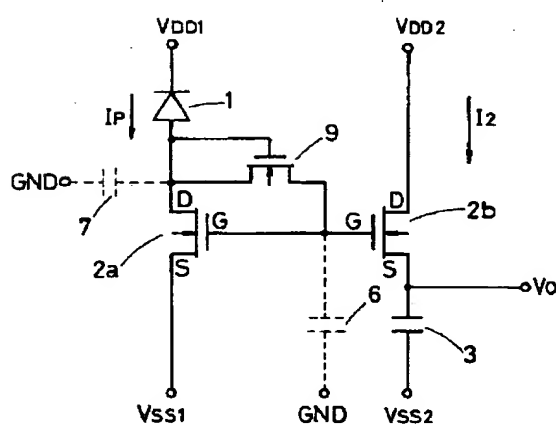
【符号の説明】

- 1 フォトダイオード
- 2a 第1MOSトランジスタ
- 2b 第2MOSトランジスタ
- 6 ゲートの浮遊容量
- 7 ドレインの浮遊容量

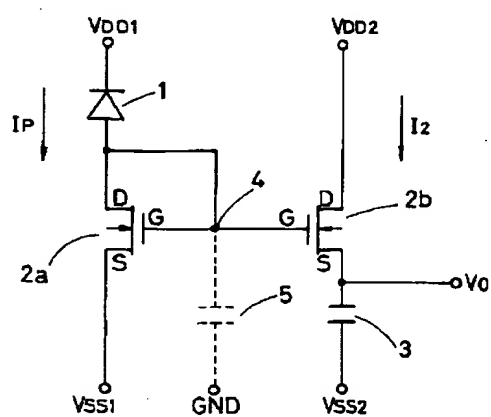
【図 2】



【図 4】



【图6】



フロントページの続き

(72)発明者 石田 耕一

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪
国際ビル ミノルタカメラ株式会社内

(72)発明者 鮫島 幸一

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪
国際ビル ミノルタカメラ株式会社内